

**HIGH-PRESSURE GAS STORAGE VESSEL**

**Patent number:** JP2002181295  
**Publication date:** 2002-06-26  
**Inventor:** YOSHIDA YASUKI; YAMADA AKIRA; TAKAKU KOICHI;  
TOGASAWA SHUICHI  
**Applicant:** HONDA MOTOR CO LTD  
**Classification:**  
**- international:** *B60K15/03; F17C13/00; H01M8/00; H01M8/04;*  
*B60K15/03; F17C13/00; H01M8/00; H01M8/04; (IPC1-*  
*7): H01M8/00; H01M8/04; F17C13/00; B60K15/03*  
**- european:**  
**Application number:** JP20000380160 20001214  
**Priority number(s):** JP20000380160 20001214

**Report a data error here**

**Abstract of JP2002181295**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To minimize temperature change within a high-pressure gas storage vessel in the filling and release of a gas to and from the vessel and to minimize temperature unevenness within the vessel. **SOLUTION:** This storage vessel comprises an airtight FRP-made hydrogen tank 10 and a top boss 13T provided with an inflow port for filling and releasing hydrogen to and from the hydrogen tank 10. It further comprises an end boss 13E for performing the heat conduction between the inside and outside of the hydrogen tank 10, and a radiation fin 14 thermally connected to the end boss 13E in the outside of the hydrogen tank 10 to promote the heat exchange with the external environment in which the hydrogen tank 10 is placed. Otherwise, this vessel comprises an airtight FRP-made hydrogen tank, a top boss 13T provided with an inflow port for filling and releasing hydrogen to and from the hydrogen tank 10, and an internal heat-exchange fin assembly 15 for performing the delivery of heat with the hydrogen filled in the hydrogen tank 10, and the internal heat-exchange fin assembly is thermally connected to the end boss 13E.

---

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 気密性を有する容器本体と、前記容器本体にガスを流入させる流入口及び前記容器本体からガスを流出させる流出口を、少なくとも備えた高圧ガス貯蔵容器であって、

熱伝導性材料から構成され、その一端を前記容器本体の内部に露出させその他端を前記容器本体の外部に露出させ、かつ前記容器本体に気密性を保持しつつ固着された伝熱部材と、

前記容器本体の外部において前記伝熱部材の他端と熱的に接続され、前記容器本体が置かれる外部環境との熱交換を促進する外部熱交換手段を備えたこと、を特徴とする高圧ガス貯蔵容器。

【請求項2】 前記伝熱部材が、繊維強化材料により補強された前記容器本体の軸方向の端部に備えられ、前記容器本体のボス部を兼ねることを特徴とする請求項1に記載の高圧ガス貯蔵容器。

【請求項3】 前記流入口及び／又は流出口が前記伝熱部材を兼ねる構成であることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の高圧ガス貯蔵容器。

【請求項4】 前記流入口を前記容器本体の端部に設ける場合は、前記伝熱部材を前記容器本体の端部とは反対側の端部に備えたことを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載の高圧ガス貯蔵容器。

【請求項5】 気密性を有する容器本体と、前記容器本体にガスを流入させる流入口及び前記容器本体からガスを流出させる流出口を、少なくとも備えた高圧ガス貯蔵容器であって、

前記容器の内部に、充填されたガスとの熱の授受を行う複数の内部熱交換フィン同士を熱的に結合した内部熱交換フィン組立体を備えたこと、を特徴とする高圧ガス貯蔵容器。

【請求項6】 熱伝導性材料から構成され、その一端を前記容器本体の内部に露出させその他端を前記容器本体の外部に露出させ、かつ前記容器本体に気密性を保持しつつ固着された伝熱部材を備え、前記内部熱交換フィン組立体を前記伝熱部材の一端と熱的に結合した構成を有することを特徴とする請求項5に記載の高圧ガス貯蔵容器。

【請求項7】 前記容器本体の外部において前記伝熱部材の他端と熱的に接続され、前記容器本体が置かれる外部環境との熱交換を促進する外部熱交換手段を備えたことを特徴とする請求項6に記載の高圧ガス貯蔵容器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ガスを高圧で貯蔵する高圧ガス貯蔵容器に関し、殊に高圧ガス貯蔵容器にガスを充填する際及び貯蔵されたガスを取り出す際の容器内部の温度変化や温度ムラを抑制することのできる高圧ガス貯蔵容器に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、地球温暖化の原因になる二酸化炭素の排出量を抑制するなどの環境面から、燃料電池電気自動車(FCEV)が注目されている。燃料電池電気自動車は、水素(H<sub>2</sub>)と空気中の酸素(O<sub>2</sub>)を電気化学的に反応させて発電する燃料電池を搭載し、燃料電池が発電した電気をモータに供給して駆動力を発生させている。この燃料電池電気自動車は、液体水素などに比べて取り扱いが容易であるなどの理由から水素タンク(高圧水素貯蔵容器)を搭載している。また、内燃機関を搭載した自動車ではあるが、ガソリンの代わりに水素を燃料とする水素自動車も環境面から注目されており、この水素自動車も同様の理由から水素タンクを搭載している。

【0003】燃料電池電気自動車や水素自動車が搭載する水素タンクには、25MPa程度の高い圧力で水素(純水素)が充填されているが、燃料電池などで水素を消費すると水素タンクの圧力が減ってくる。水素タンクの圧力が減ると水素の残量も減り、燃料電池などに水素を供給することができなくなる。したがって、水素タンクに水素の充填(再充填)が行われる。例えば、燃料電池電気自動車などは、ガソリンスタンドのような水素ステーションに立ち寄り、このステーションに設置された水素供給源と自動車の水素タンクとを耐圧ホースなどで接続し、両者の圧力差により水素タンクに水素を充填することが行われる。なお、水素の充填は、ガソリン自動車におけるガソリンの充填と同様の時間的感覚で行えるようにするため、水素供給源の圧力(充填元圧)を高くして、短時間で急速に行えるようにしている。

【0004】一方、水素が充填される水素タンクとしては、繊維強化プラスチック(FRP)で補強することで、従来の鋼製の水素タンクに比べて大幅に軽量化したものが車両搭載用として普及しつつある。ちなみに、特開平9-96399号公報には、CNG(Compressed Natural Gas)充填用ではあるが、繊維強化プラスチックで補強した压力容器50が開示されている(図7参照)。なお、図7の(a)は、压力容器50の破断平面図であり、図7の(b)は(a)のライナー51の構成を示す破断分解平面図である。

【0005】この図7に示す压力容器50の概要を説明する。压力容器50のライナー51は、剛性のあるアルミニウム合金製の2つの端壁部材51T、51Eが連結部材55により間隔不変に連結されてなる端壁組立体和、2つの端壁部材51T、51Eの間を囲むように筒状にして取り付けられた伸縮性のある周壁シート51Bとで構成されている。このライナー51の主たる機能は、压力容器50の気密性を担保することである。そして、ライナー51の外周には、シェル52としてのFRP製のヘリカル巻き補強層52Hとフープ巻き補強層52Fとが形成されている。補強層52H、52Fの主たる機能は、压力容器50の耐圧性(機械的強度)を担保

することである。なお、図7において、符号53Tは、右側の端壁部材51Tの球面状をした端壁部の中心から外部へ突出する口金部である。この、口金部53Tには、ガス（天然ガス）の充填口及び放出口を兼ねたガス流入口53Taが設けてある。また、符号53Eは、左側の端壁部材51Eの球面状をした端壁部の中心部から外側へ突出するボス部である。また、符号55Cは、連結部材55の管壁に設けられた連通孔である。ちなみに、補強層52H、52Fは、エポキシ樹脂を付着させたガラス繊維などをライナー51に巻き付けることにより形成される。ボス部53は、ガラス繊維をライナー51に巻き付ける際に、口金部53Tと共にライナー51を回転させるための支持部材として用いられる。また、連通孔55Cは多数設けられ、ガス流入口53Taから流入したガスを圧力容器50の内部に分配する機能を有する。

【0006】ところで、水素を初めとしたガスを高压ガス容器（前記した図7の圧力容器50など）に充填する場合は、高压ガス容器内で断熱的にガスが圧縮（断熱圧縮）されて発熱する。また、ガスを高压ガス容器に充填するということは、圧力の高いガスを高压ガス容器内に膨張させることを意味する。この膨張の際には、ジュールトムソン効果における逆転温度 $T_{IV}$ との関係で、膨張されたガスが発熱したり吸熱したりする。例えば、充填されるガスがメタン（ $CH_4$ ）を主成分とする天然ガスの場合、メタンの逆転温度 $T_{IV}$ が常温以上の温度であるので、圧力の高い常温の天然ガスを高压ガス容器内に膨張させると天然ガスが吸熱する。したがって、天然ガスを高压ガス容器に充填する場合は、容器内では（1）断熱圧縮による発熱と、（2）膨張による吸熱が同時に起こる。このため、天然ガスを充填する前と充填した後で、高压ガス容器の温度が大きく変化することはない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、水素は逆転温度 $T_{IV}$ が常温以下の約202K（約-71℃）であるため、202K以上の温度の圧縮された水素を膨張させると発熱する。つまり、常温程度の温度の圧縮された水素を高压ガス容器である水素タンクに充填すると、（1）断熱圧縮による発熱と（2）膨張による発熱が同時に起こる。膨張による発熱量は、断熱圧縮による発熱量に比べて少ないものである。とはいえ、天然ガスを高压ガス容器に充填する場合のような膨張による吸熱は生じない。このため、水素を充填する場合は、高压水素タンク内の温度（水素の温度及び高压水素タンク自体の温度）が著しく上昇してしまう。そして、この温度上昇は、水素タンクへの水素の充填効率を悪くしてしまうという大きな問題を引き起こす。また、温度上昇は、水素タンクに備えられる機器類などに悪い影響を与えるという問題を引き起こす。なお、温度上昇は、充填速度、充填元圧、水素タンク内の圧力で決まるが、充填速度が速

くなればなるほど温度上昇は大きくなる。さらに、充填元圧を高くすればするほど温度上昇は大きくなる。

【0008】また、前記した図7に示すようなFRP製の補強層52H、52Fで補強した圧力容器50を水素タンクとして使用すると、補強層52H、52Fの部分の熱伝導率が悪く、つまり内部で発生した熱の逃げ道がなく、水素タンクの温度がさらに上昇して、充填効率を一層悪くしたり、水素タンクに取り付けられたPRD（Pressure Relief Device）や水素タンクの寿命を短くしたりする。

【0009】一方、水素タンクから圧縮された水素を取り出し（放出し）て使用する場合は、水素タンク内では、水素が断熱的に膨張（断熱膨張）する。すると、充填時とは逆に、水素タンク内の温度（水素の温度及び水素タンク自体の温度）が著しく低下してしまう。殊に、図7に示すような、FRP製の補強層52H、52Fで補強した圧力容器50を水素タンクとして使用すると、水素タンク内の温度が一層低下する。よって、温度上昇及び温度低下による影響を受けて、水素タンクに取り付けられたPRD（Pressure Relief Device）や水素タンク（ライナーや補強層）の寿命をさらに短くしたり、周辺機器に悪い影響を与える恐れがある。

【0010】さらに、水素タンク内は、水素の充填時や取り出し時に温度ムラが生じることがある。温度ムラは、前記した充填効率をさらに悪くしたり、水素タンクの寿命を短くしたりする恐れがある。

【0011】なお、水素に限らずガスの充填時や放出時には、充填されるガスの種類によって程度の差こそあれ、高压ガス容器の内部などに温度変化が発生する。

【0012】そこで、本発明は前記した問題を解決し、充填効率を改善して急速充填を行えるようにすると共に、温度的に安定した状態で使用することのできる高压ガス貯蔵容器を提供することを主たる課題とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】前記課題に鑑み本発明者らは鋭意研究を行い、高压ガス貯蔵容器のガス充填時及び放出時に最も温度が高くなったり低くなったりするのが口金部やボス部であることなどに着目し、本発明を完成させるに至った。すなわち、前記課題を解決した本発明（請求項1）は、気密性を有する容器本体と、前記容器本体にガスを流入させる流入口及び前記容器本体からガスを流出させる流出口を、少なくとも備えた高压ガス貯蔵容器であって、熱伝導性材料から構成され、その一端を前記容器本体の内部に露出させその他端を前記容器本体の外部に露出させ、かつ前記容器本体に気密性を保持しつつ固着された伝熱部材と、前記容器本体の外部において前記伝熱部材の他端と熱的に接続され、前記容器本体が置かれる外部環境との熱交換を促進する外部熱交換手段を備えたことを特徴とする。

【0014】伝熱部材は、気密性を保持しつつ一端を容

器本体の内部に露出させ、他端を容器本体の外部に露出させている。すなわち、伝熱部材は、容器本体を貫通している。このため、ガスを充填する際に熱が発生すれば、発熱（温熱）は、伝熱部材により容器本体の外部に導かれる。容器本体の外部に導かれた熱は、外部熱交換手段により外部環境に排出（熱交換）される。また、ガスを放出する際に熱が吸収されれば、吸熱（冷熱）は、発熱の場合と同様に伝熱部材により容器本体の外部に導かれ、外部熱交換手段により外部環境に排出（熱交換）される。つまり、容器本体の内外に温度差が発生すれば、温度の均一化が図られる。なお、熱伝導性材料とは、例えばアルミニウム（アルミニウム合金）、銅（銅合金）、ニッケル（ニッケル合金）など熱伝導が良好な材料である。また、伝熱部材の一端とは、一面や一部と同義である。他端についても一端と同様の意味内容である。この伝熱部材が、容器本体の内部に一端を露出させる面積及び容器本体の外部に他端を露出させる面積は、広い方が好ましい。伝熱面積を広くして、容器本体の外部と内部の伝熱を促進することができるからである。

【0015】また、請求項2に記載の発明は、請求項1の伝熱部材が、繊維強化材料により補強された前記容器本体の軸方向の端部に備えられ、前記容器本体のボス部を兼ねることを特徴とする高圧ガス貯蔵容器である。

【0016】繊維強化材料による補強は、容器本体を回転させながら行われる。この際の回転軸としてボス部が使用される。請求項2の高圧ガス容器では、伝熱部材がボス部を兼ねるように構成される。

【0017】また、請求項3に記載の発明は、請求項1又は請求項2の流入口及び／又は流出口が前記伝熱部材を兼ねる構成である。

【0018】流入口及び流出口（充填口及び放出口）はどの容器にも必ず設けられ、しかも外部機器（配管）との接続の関係から金属が用いられる。したがって、請求項3の発明によれば、高圧ガス貯蔵容器の構成を簡略化することができる。ちなみに、流入口及び流出口は、後記する発明の実施の形態におけるトップボスや口金に該当する。なお、前記各構成において、高圧ガス貯蔵容器内に、該容器内の熱を集めて前記伝熱部材に伝える構成とするのが好ましい。容器内の熱を外部に排出しやすくなるからである。

【0019】また、請求項4に記載の発明は、前記各構成において、前記流入口を前記容器本体の端部に設ける場合は、前記伝熱部材を前記容器本体の端部とは反対側の端部に備えたことを特徴とする高圧ガス貯蔵容器である。

【0020】ガスを容器本体に流入させる場合は、ガスが膨張される流入口の部分よりも流入口とは反対側が熱くなる。したがって、かかる部分に伝熱部材を備えることにより、容器本体の内部と外部の伝熱が促進される。

【0021】また、前記課題を解決した本発明（請求項

5）は、気密性を有する容器本体と、前記容器本体にガスを流入させる流入口及び前記容器本体からガスを流出させる流出口を、少なくとも備えた高圧ガス貯蔵容器であって、前記容器の内部に、充填されたガスとの熱の授受を行う複数の内部熱交換フィン同士を熱的に結合した内部熱交換フィン組立体をさらに備えたことを特徴とする。

【0022】内部熱交換フィン同士は熱的に結合されている。このため、容器本体内に温度ムラがあっても内部熱交換フィン同士を熱が伝わって、温度ムラを解消する。

【0023】また、請求項6に記載の発明は、請求項5の高圧ガス貯蔵容器において、前記容器本体の外部に露出させ、かつ前記容器本体に気密性を保持しつつ固着された伝熱部材を備え、前記内部熱交換フィン組立体を前記伝熱部材の一端と熱的に結合した構成を有する。

【0024】この構成によれば、容器本体内部の熱（温熱／冷熱）を、内部熱交換フィン組立体で集めて外部に導くことができる。

【0025】また、請求項7に記載の発明は、前記容器本体の外部において前記伝熱部材の他端と熱的に接続され、前記容器本体が置かれる外部環境との熱交換を促進する外部熱交換手段を備えたことを特徴とする。

【0026】この構成によれば、容器本体内部の熱（温熱／冷熱）は効率良く外部環境に放熱される。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1は、水素タンクが搭載される燃料電池電気自動車の、（a）は一部透視平面破断面図であり、（b）は一部透視側面図である。なお、図1（a）では、水素タンクを第1実施形態のものとして破断面図で現してある。

【0028】図1に示す自動車は燃料電池電気自動車（FCEV）であり、水素タンク（高圧ガス貯蔵容器）は、車両後部の後輪の上方に横置きで搭載されている。また、このFCEVは、燃料電池（FCシステム）と走行用のモータを搭載している。燃料電池には水素タンクから水素供給管を通して水素が供給され、空気中の酸素と水素を電気化学的に反応させて発電する。発電した電力は走行用のモータに供給され、FCEVを走行させる。

【0029】《第1実施形態》次に、第1実施形態の水素タンクを説明する。図2は、第1実施形態の、（a）が水素タンクの破断面図であり、（b）が水素タンクの正断面図であり、（c）が水素タンクの背面図である。

【0030】図2に示すように、水素タンク10は、樽のような外形をした高圧ガス貯蔵容器であり、ライナー11、シェル12、伝熱部材たるボス13（トップボス13T、エンドボス13E）、外部熱交換手段たる放熱

フィン14、内部熱交換組立体たる内部熱交換フィンアセンブリ15を含んで構成される。なお、容器本体は、ライナー11及びシェル12などから構成される。

【0031】ライナー11は、水素タンク10の形状に沿った形状をしており、高密度ポリエチレンを材質として、水素タンク10の気密性（ガスバリア性）を確保する役割を有する。水素は分子量が小さいため、ライナー11は、10mm程度の厚みを有し気密性を良好なものにしている。このライナー11は、別個に製造された円筒状の胴11Bとパラボラアンテナ状の端壁（トップ端壁11T、エンド端壁11E）を、それぞれ所定の位置で全周にわたって熱融着することにより樽状に形成される。なお、胴11Bの部分が水素タンク10の中央部であり、トップ単壁11T及びエンド単壁11Eの部分が水素タンク10の端部（高圧ガス貯蔵容器の軸方向の端部）である。

【0032】また、ライナー11の各端壁11T、11Eの略中央には、ボス13（13T、13E）が固着されている（固着部分の気密性は確保されている）。なお、本発明においてライナー11の材質は、気密性を確保することができるものであればよく、ナイロンや後記するアルミニウム合金など種々の材料を使用することができる。また、その厚みは、ライナー11を構成する材料の水素透過性（ML/CM<sup>2</sup>/MIN）に基づいて、厚くしたり薄くしたりすることができる。

【0033】シェル12は、水素タンク10の耐圧性及び機械的強度を確保する役割を有する。水素タンク10には、25MPaという極めて高い圧力で水素が充填されるため、シェル12はFRPを材質としている。シェル12は、ライナー11の周囲にエポキシ樹脂を付着させた炭素繊維を所定の要領で巻き付けた後、エポキシ樹脂を硬化することにより形成される。なお、本発明において、FRPとして使用される繊維及びプラスチックは特定のものに限定されるものではない。ちなみに、炭素繊維は、ボス13を支軸としてライナー11を回転させることにより巻き付けられる。

【0034】ボス（ボス部）13は、トップボス13Tとエンドボス13Eがある。いずれも、熱伝導率良好な金属であるアルミニウム合金を材質とする。図2（a）に示すようにトップボス13Tは貫通孔を有し、一端にフランジ部分を備える円筒形状をしている。トップボス13Tは、ライナー11におけるトップ端壁11Tの略中央に、円筒形状部分を突出するように固着されている。なお、貫通孔には雌ネジが切っており、インタンク電磁弁SVが装着される（貫通孔は、水素の充填口及び放出口を兼ねた水素流入口の役割を有する）。一方、エンドボス13Eは凹部を有し、一端にフランジ部分を備える円筒形状をしている。エンドボス13Eは、ライナー11におけるエンド端壁11Eの略中央に円筒形状部分を突出するように固着されている。なお、エンドボス

13Eの凹部には雌ネジが切っており、図示しない支軸が装着される。支軸は、ライナー11を回転させるために使用される（炭素繊維はライナー11を回転させることにより巻き付けられる）。

【0035】ライナー11の外周にシェル12を形成した後の水素タンク10として、トップボス13Tは、水素タンク10の内部にフランジ形状になっている端面を露出させ、かつ水素タンク10の外部に円筒形状部分を突出させ、気密性を確保しつつ固着されている。一方、エンドボス13Eも、水素タンク10の内部にフランジ形状になっている端面を露出させ、かつ水素タンク10の外部に円筒形状部分を突出させ、気密性を確保しつつ固着されている。このようにボス13を水素タンク10に固着することにより、水素タンク10の内部における発熱（温熱）及び吸熱（冷熱）を、水素タンク10の外部に導き易くする。

【0036】放熱フィン14は、熱伝導良好なアルミニウム合金を材質とする。図2（c）に示すように、放熱フィン14は、表面積を広くするために波型形状をしており、水素タンク10の外部に突出したエンドボス13Eの円筒形状部分に、溶接により熱的導通が良好に図れるように固着されている。第1実施形態では、放熱フィン14は12枚固着されている。なお、放熱フィン14は、水素タンク10の外周部分に密着している必要はないが、水素タンク10の形状に沿うような形状の放熱フィン14を、水素タンク10の形状に沿うように固着するのが好ましい。何故ならば、水素タンク10の設置スペースの削減を図ることができるからである（放熱フィン14が邪魔になることがない）。

【0037】図2（a）に示す内部熱交換フィンアセンブリ15は、11枚の内部熱交換フィン15A、15A、と軸材15Bから構成され、水素タンク10の内部における発熱及び吸熱を水素タンク10の外部に導き易くすると共に、水素タンク10の内部における温度ムラを解消する役割を果たす。このため、内部熱交換フィンアセンブリ15（内部熱交換フィン15A、軸材15B）は、熱伝導良好なアルミニウム合金を材質とする。

【0038】内部熱交換フィン15Aは伝熱を良くするため、放射状に波打った円盤形状をしている。また、各内部熱交換フィン15A、15A、は中央部に開口部を有し、軸材15Bに所定の間隔を保持して挿通されると共に、熱的導通が良好に図れるように軸材15Bに固定されている。第1実施形態では、内部熱交換フィンアセンブリ15は、内部熱交換フィン15Aを11枚有している。

【0039】軸材15Bは、中空円筒形状をしており、その一端をトップボス13Tのフランジ形状になっている端面に対して、熱的導通が良好に図れるように固定されている。また、他端をエンドボス13Eのフランジ形状になっている端面に対して、熱的導通が良好に図れる

ように固定されている。また、軸材15Bは、多数の連通孔15C, 15C, , を有し、インタンク電磁弁SVを介して流入(充填)された水素は、軸材15Bの内部を通流して各連通孔15C, 15C, , から分散して水素タンク10の内部に導かれるようになっている。また、水素タンク10の内部に充填された水素は、各連通孔15C, 15C, , から軸材15Bの内部を通流してインタンク電磁弁SVに集まり、このインタンク電磁弁SVを介して水素タンク10の外部に放出されるようになっている。

【0040】インタンク電磁弁SVは、電磁作動のON/OFF弁に逆止弁が付設された構成を有する。電磁作動のON/OFF弁は、図1に示す水素供給管に接続される。そして、図示しない制御装置の制御に基づいてON(開)/OFF(閉)し、ON状態で水素タンク10の内部の水素を水素供給管(燃料電池)に放出する。また、OFF状態で水素の放出を停止する。逆止弁は、FCEVの図示しない水素充填口に接続される。そして、電磁作動のON/OFF弁の状態にかかわらず、水素タンク10の内圧よりも高い圧力が逆止弁に加わると開弁する。一方、水素タンク10の内圧よりも低い圧力しか逆止弁に加わらない場合は、閉弁する。これにより、水素の充填が行われる。つまり、電磁作動のON/OFF弁は水素の放出の際に機能し、逆止弁は水素の充填の際に機能する。

【0041】次に、第1実施形態の水素タンク10の動作を、充填時と放出時に分けて説明する。

【0042】〔充填時〕図1から図3を参照して、水素タンク10の充填時における動作を説明する。図3は、充填時における水素タンク内の圧力及び温度の変化を示すタイムチャートである。図3の横軸〔経過時間〕の単位は秒(sec)である。

【0043】図1に示すFCEVが水素を補給(充填)するため、水素ステーションに立ち寄る。水素ステーションでは、FCEVが備える水素充填口と水素供給源を耐圧ホースで接続する。なお、FCEVのインタンク電磁弁SVにおける電磁作動のON/OFF弁は、OFF状態(閉、充填位置)になっている。水素供給源からの水素は、水素充填口を介してインタンク電磁弁SVにおける逆止弁に導かれる。ちなみに、水素タンク10(内容積約100リットル)の残圧はほぼ0MPaであり、水素供給源の元圧は約30MPaであるとする。また、供給される水素の温度、水素タンク10の内部の温度及び水素タンク10が設置される環境の温度は、いずれも常温である。

【0044】この状態では、水素タンク10の内圧よりも水素供給源の元圧の方が高いので、逆止弁を通して水素タンク10に水素の充填が開始される。すると、逆止弁を通流した水素は、軸材15Bの内側、軸材15Bに開けられた多数の連通孔15C, 15C, , をさらに通

流して水素タンク10に充填される。

【0045】充填初期は、充填元圧との圧力差が大きいので、水素タンク10の内圧が急激に上昇する。内圧の急激な上昇は、水素タンク10の内部での水素の急激な断熱圧縮及び膨張を意味し、これらによる発熱で、水素タンク10の内部の温度も急激に上昇する。

【0046】温度が上昇しはじめると、水素タンク10の外部の環境と水素タンク10の内部との温度差が大きくなる。すると、この温度差を推進力として、水素タンク10の内部から外部への伝熱が促進されることになる。ところが、水素タンク10の内部で発生した熱は、熱伝導率の関係上、高密度ポリエチレン製のライナー11やFRP製のシェル12を伝わって外部に逃げる事ができない。

【0047】しかし、第1実施形態の水素タンク10の場合、内部で発生した熱は、内部熱交換フィンアセンブリ15(各内部熱交換フィン15A, 15A, , 及び軸材15B)で集められ、エンドボス13Eに伝わる(熱はトップボス13Tにも伝わる)。ここで、エンドボス13Eには放熱フィン14が12枚固着してある。したがって、エンドボス13Eに伝わった熱は12枚の放熱フィン14, 14, , により、速やかに水素タンク10の外部の環境中に放熱される(外部環境との熱交換が促進される)。

【0048】よって、水素タンク10の内部における急激な温度上昇は止まる。なお、放熱量は、水素タンク10の内部と外部の温度差が大きくなればなるほど大きくなる。また、水素タンク10が風通しのよいところに設置してあると、放熱は良好に行われる。ちなみに、トップボス13Tに伝わった熱は、水素タンク10から露出している部分の表面積が少ないなどの理由により、水素タンク10の内部の温度上昇を積極的に抑止させるほど放熱されることはない。

【0049】充填中期では、なお断熱圧縮と膨張による発熱が継続される。しかし、充填初期と同様に、水素タンク10の内部で発生した熱は、速やかに水素タンク10の外部に放熱されるので温度上昇はない(発熱量と放熱量のバランスがとれている)。

【0050】一方、従来例に示す压力容器50(図7参照)を水素タンクとして使用すると(比較例)、水素タンクの外部への熱の逃げ道がないため、あるいは、逃げ道が不十分であるため、充填中期においても温度上昇は継続する。なお、充填中期において温度上昇が鈍っているのは、水素タンクの内部の圧力上昇により充填元圧との圧力差が小さくなり、断熱圧縮と膨張により発生する熱が少なくなるからである。加えて、発生した熱が、既に充填してある水素の温度を上昇させるために消費されるからである。

【0051】充填後期でも、なお断熱圧縮と膨張による発熱が継続される。しかし、充填初期及び中期と同様



に、水素タンク10の内部で発生した熱は、速やかに水素タンク10の外部に放熱されるので温度上昇はない（発熱量と放熱量のバランスがとれている）。

【0052】一方、比較例では、水素タンクの外部への熱の逃げ道がないため、充填後期においても温度上昇は継続し、著しく高い温度（80から100℃程度）になっている。なお、充填後期においてさらに温度上昇が鈍っているのは、水素タンクの内部の圧力上昇により充填元圧との圧力差がさらに小さくなり、断熱圧縮と膨張により発生する熱がさらに少なくなるからである。加えて、発生した熱が、既に充填してある多量の水素の温度を上昇させるために、さらに消費されるからである。

【0053】したがって、第1実施形態の水素タンク10によれば、水素の充填時に比較例のような著しい温度上昇はない。このため、水素の充填後に温度が低下して常温に戻っても、水素タンク10の内圧が大きく低下することはない（つまり充填効率を高めることができる）。また、水素タンク10自体や周辺機器に、熱的に悪い影響を与える恐れがない。加えて、内部熱交換フィンアセンブリ15により、水素タンク10の内部の温度ムラが解消される。

【0054】〔放出時〕図1、図2及び図4を参照して、水素タンク10の放出時における動作を説明する。図4は、放出時における水素タンク内の圧力及び温度の変化を示すタイムチャートである。図4の横軸〔経過時間〕の単位は、図3とは異なり時間（hr）である。

【0055】図1に示すFCEVの走行中は、水素タンク10のインタンク電磁弁SVにおける電磁作動のON/OFF弁を介して水素が放出される。放出された水素は、燃料電池に供給され発電のために消費される。ちなみに、水素タンク10（内容積100リットル）の圧力は25MPaである。また、水素タンク10の内部の温度及び水素タンク10が設置される環境の温度は、いずれも常温である。FCEVは、略一定の圧力低下割合になるように水素を消費するものとする。

【0056】水素タンク10から水素が放出されはじめると、断熱膨張により水素タンク10の内部の温度が低下して行く。温度が低下して行くと、水素タンク10の外部の環境と水素タンク10の内部との温度差が大きくなる。すると、この温度差を推進力として水素タンク10の内部と水素タンク10の外部との伝熱が促進される。具体的には、水素タンク10の内部で発生した冷熱は、内部熱交換フィン組立体（各内部熱交換フィン15A、15A、及び軸材15B）で集められ、エンドボス13Eに伝わる（冷熱はトップボス13Tにも伝わる）。第1実施形態では、エンドボス13Eには放熱フィン14が12枚固着してあるので、冷熱は12枚の放熱フィン14、14、により、速やかに水素タンク10の外部の環境中に放熱される。逆の表現をすると、水素タンク10の外部の環境の熱（温熱）が、放熱フィン

14、14、により、速やかに水素タンク10の外部の環境中に放熱される。

【0057】したがって、水素タンク10の内部における温度低下は鈍り、やがて温度低下は止まる（水素タンク10の内部における吸熱量と放熱量（侵入熱量）のバランスがとれると温度低下は止まる）。なお、放熱量は、水素タンク10の内部と外部の温度差が大きくなればなるほど大きくなる。また、水素タンク10が風通しのよいところに設置してあると、放熱は良好に行われる。

【0058】一方、従来例に示す压力容器50（図7参照）を水素タンクとして使用すると（比較例）、水素タンクの外部への冷熱の逃げ道がないため、あるいは、逃げ道が不充分であるため、温度低下は継続する。

【0059】したがって、第1実施形態の水素タンク10によれば、水素の放出時に比較例のような著しい温度低下はない。このため、水素タンク10自体や周辺機器に、熱的に悪い影響を与える恐れがない。加えて、内部熱交換フィンアセンブリ15により、水素タンク10の内部の温度ムラが解消される。また、充填と放出を繰り返す際の熱サイクルの振幅が小さくなるので、水素タンク10自体にとって、好ましい。

【0060】《第2実施形態》次に、第2実施形態の水素タンクを説明する。図5は、第2実施形態の水素タンクの一部破断平面図である。なお、第2実施形態の水素タンク20は、第1実施形態の水素タンク10（図2参照）と基本構成を同一にしている。したがって、第1実施形態と同一の構成要素については、第2実施形態でも同一の符号を付し、その説明を省略することとする。以下、第1実施形態と異なる部分を説明する。

【0061】第2実施形態では、エンドボス13Eの凹部（水素タンク10の外部）に、アルミニウム合金製の外部ヒートパイプ24Bが固着されている。なお、外部ヒートパイプ24Bの固着は、エンドボス13Eの凹部に設けられた雌ネジを利用して熱的導通が良好に図れるように行われている。

【0062】この外部ヒートパイプ24Bには、アルミニウム合金製の外部放熱フィン24Aが、熱的導通が良好に図れるように固着されている。なお、外部放熱フィン24Aは、図2に示す内部熱交換フィン15Aと同様に、放射状に波打った円盤形状をしている。

【0063】一方、エンドボス13Eのフランジ形状になっている端面（水素タンク10の内部）には、アルミニウム合金製の内部ヒートパイプ25Bが、溶接により熱的導通が良好に図れるように固着されている。

【0064】内部ヒートパイプ25Bには、外部放熱フィンと同様の円盤状のフィンが内部熱交換フィン25Aとして熱的導通が良好に図れるように固着されている。

【0065】なお、水素タンク20の肩の部分には、ウ



レタンなどのクッションCが取り付けられている。

【0066】この第2実施形態の水素タンク20の動作を説明する。

〔充填時〕水素は、第1実施形態と同様にして水素タンク20に充填される。この充填時に発生する熱（温熱）は、内部熱交換フィン25Aで集められ、内部ヒートパイプ25B、エンドボス13E、外部ヒートパイプ24Bの順に伝わり、外部放熱フィン24Aから、水素タンク20が置かれる外部環境中に放熱される。このため、第1実施形態と同様に、水素の充填時における著しい温度上昇を効果的に抑制することができる。

【0067】〔放出時〕一方、水素タンク20からの水素の放出も第1実施形態と同様にして行われる。放出時に発生する冷熱も、水素の充填時における温熱と同様の経路で水素タンク20の外部の環境中に放熱される。このため、第1実施形態と同様に、水素の放出時における温度低下を抑制することができる。

【0068】したがって、第2実施形態の水素タンク20によれば、水素の放出時に図3に示す比較例のような著しい温度低下はない。このため、水素タンク20自体や周辺機器に、熱的に悪い影響を与える恐れがない。また、充填と放出を繰り返す際の熱サイクルの振幅が小さくなるので、水素タンク10自体にとって、好ましい。なお、外部放熱フィン24Aの表面積は、第1実施形態の放熱フィン14（図2参照）よりも広く、かつ外部環境の空気が接触し易くなっている。このため、外部環境中への放熱が、第1実施形態よりも効率良く行われる。

【0069】《第3実施形態》次に、第3実施形態の水素タンクを説明する。図6は、第3実施形態の水素タンクの破断平面図である。なお、第3実施形態の水素タンク30の第1実施形態と同一の構成要素については、第1実施形態と同一の符号を付し、その説明を省略することとする。以下、第1実施形態と異なる部分を説明する。

【0070】第3実施形態の水素タンク30は、ライナー31がアルミニウム合金製である。また、第3実施形態の水素タンク30は、第1実施形態におけるボス13（トップボス13T及びエンドボス13E）を有しない。

【0071】ライナー31は、水素タンク30の気密性を確保する役割を有する。この点、第1実施形態におけるライナー11と同様である。ライナー31は、別個に製造された円筒状の胴31Bとバラボラアンテナ状の端壁（トップ端壁31T、エンド端壁31E）をそれぞれ所定の位置で全周にわたって溶接することにより樽状に形成される。なお、トップ端壁31Tには、水素の充填口及び放出口を兼ねた口金33（流入口、図2のトップボス13Tに相当）が形成される。口金33には雌ネジが切っており、インタンク電磁弁SVが装着される。また、ライナー31には、ライナー31（トップ端壁31

T）と熱的導通が良好に行われるようにして、内部熱交換フィンアセンブリ15が内装される。内部熱交換フィンアセンブリ15の構成は、第1実施形態のものと同じであるのでその説明を省略する。

【0072】ライナー31は、第1実施形態のようにエンドボス13E（図2参照）がないので、口金33の部分を支軸として回転され、第1実施形態と同様にしてシェル32が、口金33を突出させた状態で形成される。

【0073】放熱フィン34は、第1実施形態の放熱フィン14とは異なり口金33に固着されている。放熱フィン34の形状、材質、固着の態様などは第1実施形態と同じであるので、その説明を省略する。

【0074】この第3実施形態の水素タンク30の動作を説明する。

〔充填時〕水素は、第1実施形態と同様にして水素タンク30に充填される。この充填時に発生する熱（温熱）は、内部熱交換フィンアセンブリ15で集められ、口金33の部分に伝わる。また、第1実施形態とは異なり、熱は、アルミニウム合金製のライナー31の部分からも口金33の部分に伝わる。口金33の部分に伝わった熱は、口金33に固着された各放熱フィン34、34、により、速やかに外部の環境中に放熱される。このため、第1実施形態と同様に、水素の充填時における温度上昇を抑制することができる。また、水素タンク30の内部の温度ムラも解消される。

【0075】なお、ライナー31がアルミニウム合金製であっても、シェル32がFRP製であるため、シェル32の部分から冷熱が積極的に放熱されることはあまり期待できない。

【0076】〔放出時〕一方、水素タンク30からの水素の放出も第1実施形態と同様にして行われる。放出時に発生する冷熱も、水素の充填時における温熱と同様の経路で水素タンク30の外部の環境中に放熱される。このため、第1実施形態と同様に、水素の放出時における温度低下を抑制することができる。また、水素タンク30の内部の温度ムラも解消される。

【0077】したがって、第3実施形態の水素タンク30によれば、水素の放出時に図3に示す比較例のような著しい温度低下はない。このため、水素タンク30自体や周辺機器に、熱的に悪い影響を与える恐れがない。また、充填と放出を繰り返す際の熱サイクルの振幅が小さくなるので、水素タンク30自体にとって好ましい。

【0078】以上、本発明の実施の形態を詳細に説明したが、本発明は前記した実施の形態に限定されることなく、様々な態様で実施することができる。例えば、高圧ガス貯蔵容器（水素タンク）が鋼製やアルミニウム製であってもよい。また、伝熱部材は容器本体の任意の部分に備えられる。また、第1実施形態から第3実施形態を適宜組み合わせてもよい。また、本発明（請求項1から請求項3）においては、第2実施形態のような内部熱交

換フィン及び内部ヒートパイプは必ずしも必要ではない。この場合は、水素タンクの内部に露出したボスのフランジ形状になっている端面の表面積が広いことが望ましい。水素タンク内部の熱（温熱／冷熱）を集めやすくなるからである。また、高圧水素貯蔵容器が燃料電池電気自動車に搭載される例を説明したが、用途を限定するものではない。また、水素の充填方法及び／又は水素の放出方法も限定するものではない。また、高圧ガス容器に充填されるガスも水素に限らない。例えば、炭酸ガス、窒素、ヘリウム、アルゴン、メタンなどが充填される。

【0079】

【発明の効果】以上説明した本発明のうち請求項1に記載の発明によれば、高圧ガス貯蔵容器の内部で発生した熱（温熱／冷熱）は、容器本体の外部に導かれて放熱される。したがって、充填時における容器本体の内部の著しい温度変化を確実に防止することができる。また、放出時における容器本体の内部の著しい温度変化も確実に防止することができる。よって、容器本体や周辺機器に熱的な悪い影響を与えることがない。また、充填時には、充填効率を大幅に向上することができる。また、請求項2に記載の発明によれば、ボス部を伝熱部材とするので、構成を簡略化することができる。かつ、繊維強化材料で補強されて容器本体の内部が温度変化しやすい高圧ガス貯蔵容器であっても、著しい温度変化を確実に防止することができる。また、請求項3に記載の発明によれば、高圧ガス貯蔵容器の構成を簡略化することができる。また、請求項4に記載の発明によれば、内部の熱（温熱／冷熱）をより効率よく、より迅速に外部に導くことができる。

【0080】また、請求項5に記載の発明によれば、高圧ガス貯蔵容器内における温度ムラを解消することができる。このため、温度ムラに起因する充填効率の悪化を防止することができる。また、容器本体や周辺機器への熱的な悪い影響を与えることがない。また、請求項6に記載の発明によれば、高圧ガス貯蔵容器の内部で発生した熱（温熱／冷熱）は、容器本体の外部に導かれ放熱される。したがって、充填時における容器本体の内部の著しい温度変化を防止することができる。また、放出時における容器本体の内部の著しい温度変化も防止することができる。よって、容器本体や周辺機器に熱的な悪い影響を与えることがない。また、充填時には、充填効率を大幅に向上することができる。また、請求項7に記載の発明によれば、さらに確実に、高圧ガス貯蔵容器の内部

で発生した熱（温熱／冷熱）が容器本体の外部に放熱される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明にかかる実施の形態の水素タンクが搭載される燃料電池電気自動車の、(a)は一部透視平面破断面図であり、(b)は一部透視側面図である。

【図2】 本発明にかかる第1実施形態の、(a)は水素タンクの破断平面図であり、(b)は水素タンクの正断面図であり、(c)は水素タンクの背面図である。

【図3】 図2の水素タンクの充填時における水素タンク内の圧力及び温度の変化を示すタイムチャートである。

【図4】 図2の水素タンクの放出時における水素タンク内の圧力及び温度の変化を示すタイムチャートである。

【図5】 本発明にかかる第2実施形態の水素タンクの一部破断平面図である。

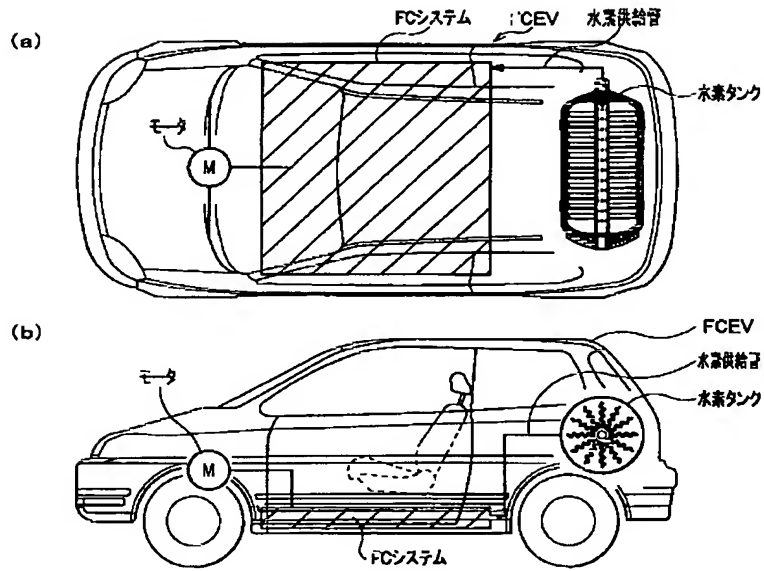
【図6】 本発明にかかる第3実施形態の水素タンクの破断平面図である。

【図7】 従来例の圧力容器の、(a)は破断平面図であり、(b)は(a)のライナーの構成を示す破断分解平面図である。

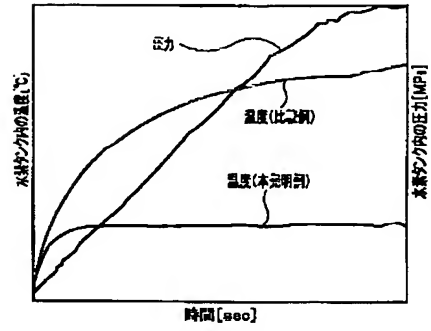
【符号の説明】

- 10 … 水素タンク（高圧ガス貯蔵容器）
- 11 … ライナー
- 12 … シェル（繊維強化材料）
- 13 … ボス（伝熱部材）
- 13T … トップボス（流入口、流出口）
- 13E … エンドボス
- 14 … 放熱フィン（外部熱交換手段）
- 15 … 内部熱交換フィンアセンブリ（内部熱交換フィン組立体）
- 15A … 内部熱交換フィン
- 15B … 軸材
- 15C … 連通孔
- 20 … 水素タンク（高圧ガス貯蔵容器）
- 24A … 外部放熱フィン（外部熱交換手段）
- 24B … 外部ヒートパイプ（外部熱交換手段）
- 25A … 内部熱交換フィン
- 25B … 内部ヒートパイプ
- 30 … 水素タンク（高圧ガス貯蔵容器）
- 31 … ライナー
- 32 … シェル（繊維強化材料）
- 33 … 口金（流入口）

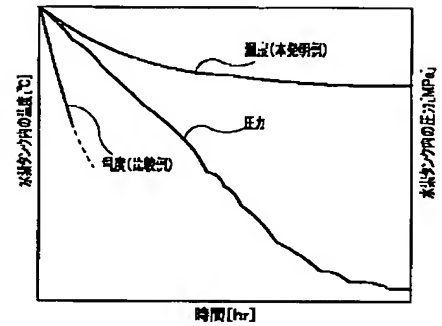
【図1】



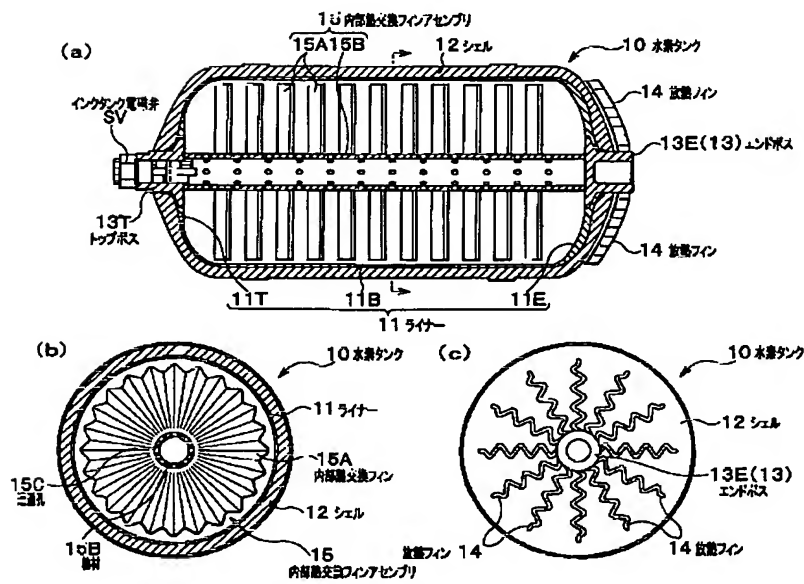
【図3】



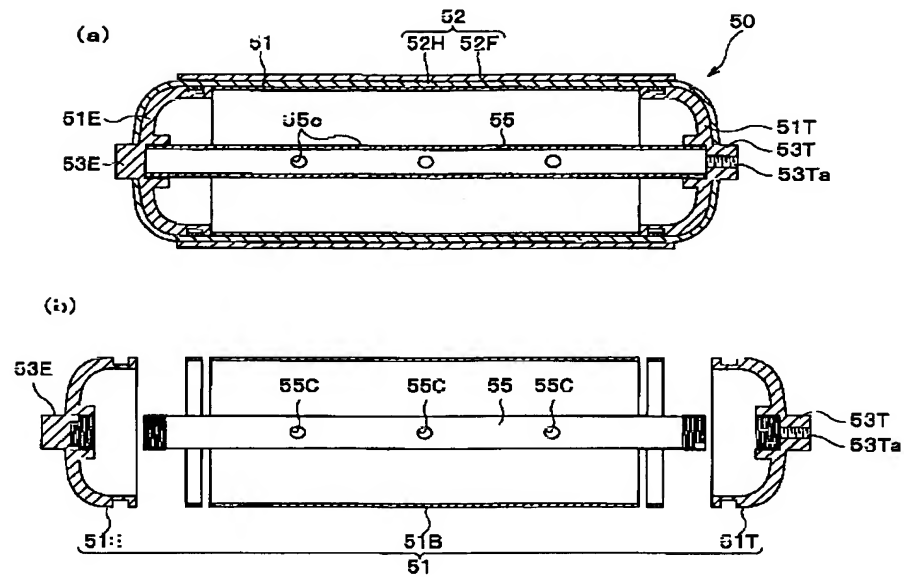
【図4】



【図2】



【図7】

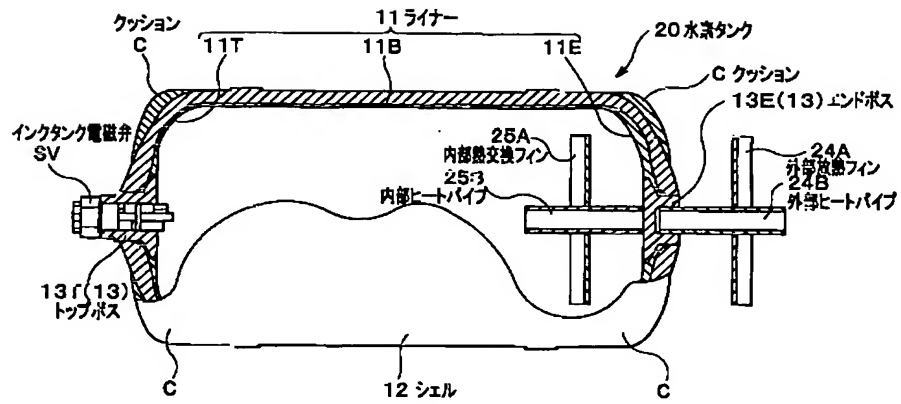


フロントページの続き

(72)発明者 高久 晃一  
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会  
社本田技術研究所内

(72)発明者 斗ヶ沢 秀一  
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会  
社本田技術研究所内  
Fターム(参考) 3D038 CA00 CB01 CC00 CC20  
3E072 AA03 GA30  
5H027 AA02 BA13

【図5】



【図6】

